

Critérios para indicação de espécies prioritárias
para a restauração da vegetação de cerradoCriteria to indicate priority species for
the restoration of cerrado vegetationNatashi A. Lima Pilon¹ e Giselda Durigan²**Resumo**

O conhecimento dos atributos das espécies mais adequadas para superar os obstáculos em diferentes condições ambientais é uma ferramenta importante para a restauração ecológica. Visando avaliar comparativamente o desempenho das espécies nativas do Cerrado, em condições de cultivo no Arboreto da Floresta Estadual de Assis -SP, categorizamos 106 espécies pelos seguintes atributos: incremento médio anual em altura e em diâmetro de copa, taxas de sobrevivência e de herbivoria, suscetibilidade à geada e síndrome de dispersão. Dentro de cada atributo, a espécie recebeu pontuação de 1 a 3. O valor da espécie para restauração foi gerado a partir da soma da pontuação para os diferentes atributos, convertida para a escala de 0 a 100. Analisando as espécies em conjunto, a sobrevivência foi de 70%, o incremento médio anual em altura foi de 30 cm e em diâmetro de copa foi de 21 cm. Somente 8% das espécies apresentaram alta suscetibilidade à geada e 17% alta frequência de herbivoria. Vinte e duas espécies apresentaram pontuação acima de 80, destacando-se como as cinco primeiras *Annona crassiflora*, *Cecropia pachystachya*, *Enterolobium gummiferum*, *Plathyenia reticulata* e *Protium heptaphyllum*. Neste grupo estão as espécies que reúnem o maior número de atributos favoráveis para a restauração da vegetação do Cerrado. Geramos duas listas distintas das dez espécies de maior valor, uma para espécies comuns em áreas de cerrado *sensu stricto* e outra para espécies de cerradão. Acreditamos que plantios utilizando essas espécies têm maiores chances de sucesso, podendo formar a estrutura da vegetação e assim proporcionar o restabelecimento de processos ecológicos fundamentais dos ecossistemas em restauração. No outro extremo da lista estão espécies de baixa pontuação, que, se utilizadas, podem encarecer os plantios ou atrasar seu desenvolvimento.

Palavras-chaves: atributos funcionais, cerrado *sensu stricto*, cerradão, espécies-alcerce; filtros ecológicos

Abstract

Knowing the attributes of the most suitable species to overcome the obstacles in different environmental conditions is an important tool for ecological restoration. To evaluate the comparative performance of native Cerrado species being cultivated at an arboretum (Assis State Forest, Assis, SP, Brazil), we categorized 106 species by the following attributes: average annual increment in height and crown diameter, survival rates, frequency of herbivory, frost susceptibility and seed dispersal syndrome. The score of each attribute may vary from 1 to 3, and the value of a species for restoration was generated from the sum of the scores for the different attributes converted to the scale of 0 to 100. Analyzing the species altogether, survival was 70%, the average annual increment was 30 cm in height and 21 cm in crown diameter. Only 8% of the species showed high susceptibility to frost and 17% high frequency of herbivory. Eighteen species had scores above 80, being the first *Annona crassiflora*, *Cecropia pachystachya*, *Enterolobium gummiferum*, *Plathyenia reticulata* e *Protium heptaphyllum*. In this group are the species that gather the highest number of favorable attributes for the restoration of Cerrado vegetation. We generated two separate lists of ten species of higher value, one for the cerrado *sensu stricto* and the other for cerradão – the forest type of cerrado vegetation. We believe that using these species accelerates the recovery of vegetation structure and thus provide the restoration of ecological processes of ecosystems undergoing restoration. At the end of the list are species of low scores, which, if used, can lead to higher costs or delay in the recovery of structure and ecological processes of the ecosystem being restored.

Keywords: cerrado *sensu stricto*, ecological filters, framework species, functional attributes, woodland savanna

¹UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Departamento de Ciências Biológicas. Av. Dom Antônio 2100, Caixa Postal 65, 19806-900 Assis, SP, Brasil. E-mail: natashi_pilon@hotmail.com

²Instituto Florestal - Floresta Estadual de Assis. Caixa Postal 104, 19802-970, Assis, SP. e-mail: giselda@femanet.com.br

INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é a savana que possui maior diversidade do planeta (KLINK; MACHADO 2005) e um dos hotspots globais para a conservação. Ainda que sua flora seja relativamente bem conhecida (MENDONÇA et al. 2008), pouco se sabe sobre a ecologia e o cultivo das espécies vegetais do Cerrado, o que inviabiliza ações concretas visando à restauração ecológica. Nas últimas décadas houve considerável avanço nas técnicas para recuperação de ecossistemas degradados em todo o mundo e também no Brasil. Porém, as técnicas já validadas e amplamente disseminadas no Brasil são fundamentadas na sucessão secundária de florestas tropicais, especialmente em estudos baseados na cicatrização de clareiras (BUDOWSKY, 1965; DENSLOW, 1980; WHITMORE, 1984), ambientes em que a disponibilidade de luz é o mais importante fator a dirigir a sucessão. Ecossistemas que não sejam florestas tropicais, onde os processos sucessoriais não são mediados pela competição por luz, têm sido negligenciados, entre eles o Cerrado (KAGEYAMA; GANDARA, 2000, RODRIGUES et al., 2009, DURIGAN; ENGEL, 2012).

Pesquisas já demonstraram que os processos de regeneração natural do Cerrado, em áreas degradadas, são relativamente mais bem sucedidos do que em regiões florestais (DURIGAN et al. 2011) e podem ser acelerados pelo simples controle de gramíneas invasoras (DURIGAN et al. 1998), desde que o banco de raízes do solo ainda esteja presente. Por meio desses processos naturais, o Cerrado leva aproximadamente 30 anos para atingir a biomassa anterior ao desmatamento (DURIGAN, 2005). No entanto, quando as terras são utilizadas para agricultura ou como pastagens de alta tecnologia por longo tempo, com revolvimento frequente do solo, geralmente há comprometimento do banco de estruturas subterrâneas que possam rebrotar, de modo que a recuperação da vegetação passa a depender do plantio de espécies nativas (DURIGAN, 2003).

Na busca por espécies e modelos para plantio que se adequassem às condições extremas das áreas degradadas do domínio do Cerrado, Felfili et al. (2005) propuseram Módulos Demonstrativos de Recuperação do Cerrado (MDR – Cerrado), utilizando espécies generalistas, que ocorrem em diversas fitofisionomias, as quais foram denominadas pelos autores como 'nativas do bioma'. Sampaio et al. (2008), avaliando plantios realizados em áreas do Cerrado, evidencia-

ram que as espécies florestais (Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e Mata de Galeria) tiveram melhor desempenho em crescimento do que as espécies de Cerrado *sensu stricto* na área experimental. As espécies de formações savânicas do Cerrado apresentam desenvolvimento relativamente mais lento da parte aérea, de modo que proporcionam mais lentamente a cobertura do terreno, exigindo períodos mais longos de manutenção.

Antes ainda das dificuldades relacionadas com a adaptação e o crescimento lento das espécies endêmicas do Cerrado, estão os obstáculos relacionados à obtenção de sementes e mudas para a restauração. A maioria das espécies tem germinação baixa ou nula em condições de viveiro (BRANDO; DURIGAN, 2001), o que restringe seu cultivo. Buscando contornar essas dificuldades, Bechara (2006) propôs a utilização conjunta de diferentes técnicas nucleadoras para a restauração do Cerrado, mas a eficácia dessas técnicas não foi comprovada em seu estudo.

Diante das dificuldades em restaurar a vegetação do Cerrado pelo plantio de mudas em alta diversidade, que é o modelo largamente aplicado e difundido para florestas no Brasil (RODRIGUES et al., 2009), a busca de técnicas inovadoras é desejável. Um conceito inovador que vem sendo utilizado na restauração em países tropicais é o uso de "framework species" (GOOSEM; TUCKER, 1995; BLAKESLEY et al., 2002; ELLIOTT et al., 2003; PAKKAD et al., 2003; WYDHAYAGARN et al., 2009). Trata-se de restaurar utilizando um conjunto pequeno de espécies cujos atributos são particularmente favoráveis para determinada condição ambiental, podendo acelerar a reestruturação da comunidade vegetal e desencadear os processos ecológicos que asseguram o funcionamento do ecossistema. Para compor o conjunto de "framework species", os atributos desejáveis são alta taxa de sobrevivência, rápido crescimento, copas amplas e atratividade da fauna (PAKKAD et al., 2003).

A escolha de espécies que possam ser bem sucedidas em plantios de restauração do Cerrado, até o momento, baseia-se nos raros plantios experimentais em que foi avaliado seu desempenho. Melo et al. (2004 a e b) e Durigan (2005), indicaram leguminosas de ciclo de vida longo, como: *Anadenanthera falcata* Benth, *Copaifera langsdorffii* Desf., *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Plathymenia reticulata* Benth e *Platypodium elegans* Vogel como espécies de bom desempenho

para plantios em áreas degradadas de Cerrado ocupadas por pastagens de gramíneas exóticas (e.g. gênero *Urochloa*). Silva; Côrrea (2008), em plantio em área minerada no Distrito Federal, obtiveram bom desempenho em sobrevivência e crescimento para *Tapirira guianensis* Aubl., *Inga marginata* Willd. e *Genipa americana* L., em área de Cerrado após mineração. Durigan et al. (2011) apresentaram uma lista de 128 espécies recomendadas para plantios de restauração em regiões de Cerrado, ressaltando a importância de que não se plantem árvores onde elas nunca existiram e que não se plantem espécies de formações florestais em solos de Cerrado.

Embora esses estudos, entre outros, tenham oferecido contribuição expressiva para o avanço no conhecimento acerca da restauração do Cerrado, ainda restam muitos desafios a serem vencidos. A longa estação seca dificulta o estabelecimento das plântulas (OLIVEIRA, 2008) e a presença de gramíneas invasoras na maioria das áreas degradadas constitui importante filtro ecológico restringindo o restabelecimento da vegetação nativa. Por ter crescimento lento, as espécies de formações savânicas do Cerrado sofrem maior pressão competitiva das gramíneas invasoras nos estágios iniciais do desenvolvimento (PINTO et al., 2007) e isto encarece consideravelmente os plantios e atrasa a obtenção dos benefícios esperados da restauração. Assim, é desejável que se identifiquem grupos de espécies que possam apresentar melhor desempenho e aumentar as chances de sucesso da restauração.

O presente estudo teve por objetivo a avaliação de espécies nativas do Cerrado em condições de cultivo, com base em critérios ecológicos e silviculturais, como ferramenta de suporte à tomada de decisões relativas à restauração ecológica dessa vegetação. A pergunta central que conduziu o estudo foi: "com base em dados de crescimento, sobrevivência e atributos ecológicos, quais espécies podem ser recomendadas, prioritariamente, para plantios de restauração da vegetação do Cerrado?".

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi conduzido com base no desempenho das espécies plantadas em arboreto de espécies do Cerrado, que ocupa área aproximada de 15.000 m² (50°24'05"W e 22°33'10"S), na Floresta Estadual de Assis, município de Assis, estado de São Paulo. O clima da região é de

transição entre os tipos climáticos Cfa e Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação média anual em torno de 1400 mm, concentrada nos meses de verão, temperatura média anual de 21,8° C e ocorrência de geadas esporádicas. Os solos na área do arboreto são do tipo Latossolo Vermelho Distrófico (MAX et al., 2007), ácidos e com elevados teores de alumínio.

Instalação do arboreto

O arboreto foi instalado em 2005, em área desmatada há mais de 40 anos, totalmente ocupada pela braquiária *Urochloa decumbens* Stapf., sendo dividido em dois setores, um com espécies comuns em cerrado *sensu stricto* e outro com espécies frequentes no cerradão (PINHEIRO; DURIGAN, 2012). Anualmente, até o ano de 2012, foram introduzidas espécies oriundas de diferentes regiões do Brasil em que ocorre vegetação de Cerrado, das quais foram produzidas mudas por semeadura direta em embalagens de polietileno de 800 ml, no viveiro da Floresta Estadual de Assis. O tempo de permanência no viveiro e o porte das mudas nas ocasiões de plantio foram muito variáveis entre espécies. Embora a altura mínima desejada para as mudas fosse 20 cm, várias espécies foram plantadas com altura inferior, uma vez que após um ano em viveiro ainda estavam longe de atingir o porte esperado. Cada espécie está representada no arboreto, sempre que possível, por um grupo de cinco indivíduos, plantados em quincôncio. A distância entre plantas varia em função do porte dos indivíduos da espécie quando adultos, de modo que possam crescer livres de competição. A distância entre os grupos de indivíduos de espécies distintas é de pelo menos 5 m, não havendo alinhamento, de modo que a paisagem resultante se assemelha ao cerrado natural.

O plantio foi feito em etapas, à medida que eram obtidas as mudas. Para cada etapa de plantio, o preparo do terreno compreendeu as seguintes operações:

- a) Aplicação de herbicida à base de glifosato, com pulverizador tratorizado em área total, para dessecar a braquiária.
- b) Cerca de um mês após a aplicação do herbicida foi efetuado o coveamento manual (cova de 20 cm de diâmetro por 30 cm de profundidade).
- c) Plantio de mudas, realizado sempre nos meses de dezembro ou janeiro, em período chuvoso, para facilitar o estabelecimento das mudas.
- d) Ao lado de cada muda foi fixada uma estaca

de bambu com 2 m de altura, para facilitar a localização e as práticas de manutenção.

e) Cada muda recebeu uma etiqueta enumerada de alumínio, para registro permanente de seu desenvolvimento.

f) Uma vez por ano, é efetuado o coroamento químico das mudas plantadas, para controle das gramíneas invasoras.

Coleta e análise de dados

Para cada um dos indivíduos plantados foram registrados os seguintes dados:

Data do plantio: uma vez que há indivíduos de diferentes idades, mesmo para uma determinada espécie, cada indivíduo tem a data de plantio vinculada à sua etiqueta numerada.

Altura total: tomada uma vez por ano, a partir do plantio (2005 a 2012), sendo medida com régua dendrométrica telescópica graduada em cm, na vertical, a partir da base até o ramo mais alto;

Diâmetro médio da copa: obtido a partir da média entre o maior e o menor diâmetro, medidos anualmente (2009 a 2012), com trena;

Suscetibilidade à geada: avaliada com base em observações realizadas para cada indivíduo após geada muito severa ocorrida no ano de 2011, em que a temperatura mínima registrada a 800 m do arboreto foi de -1°C. O dano causado pela geada foi categorizado em a) perda total da parte aérea ou morte do indivíduo, b) danos parciais e perda de folhas, ou c) nenhum dano perceptível;

Herbivoria: registros quinzenais, durante 46 meses, categorizando-se o ataque em presença ou ausência de herbivoria.

A partir dos dados coletados em campo e de revisão de literatura, no caso da síndrome de dispersão, foram geradas, para cada espécie, as variáveis que foram objeto de análise comparativa, apresentadas a seguir:

Incremento médio anual em altura: média de incremento anual dos indivíduos vivos da espécie, calculada pela divisão da diferença entre a altura na última medição e na primeira medição pelo número de anos de idade do indivíduo.

Incremento médio anual em diâmetro de copa: média de incremento anual dos indivíduos vivos da espécie, calculada pela divisão da diferença entre o diâmetro na última medição e na primeira medição pelo número de anos de idade do indivíduo.

Sobrevivência: a sobrevivência de cada espé-

cie foi avaliada pela porcentagem de indivíduos vivos em relação ao número de indivíduos plantados da espécie desde a instalação do arboreto.

Suscetibilidade à geada: a espécie foi categorizada pelo nível de dano mais frequente entre os indivíduos plantados.

Suscetibilidade à herbivoria: foi calculada a frequência de herbivoria dos indivíduos da espécie, pela Equação:

$$Hbi = 100hi (ONi)^{-1}$$

Onde:

Hbi = frequência de herbivoria na espécie i (%), hi = número de registros de herbivoria em indivíduos da espécie i em todas as observações efetuadas, O = número de ocasiões em que foram feitos registros de herbivoria para a espécie i (46, neste estudo), Ni = número total de indivíduos da espécie i.

Síndrome de dispersão: cada espécie foi classificada em zoocórica, anemocórica ou barocórica, com base em Van der Pijl (1982).

Critérios e algoritmo para a avaliação das espécies

Na avaliação das espécies pelos seus atributos para fins de utilização em projetos de restauração ecológica, foram adotados os seguintes critérios:

1) A competição com as gramíneas é o primeiro e mais difícil obstáculo a ser superado (DURIGAN; MELO, 2011). Assim, são preferíveis espécies de crescimento rápido, por ultrapassarem a barreira rapidamente, e de copa ampla, pela maior eficiência no sombreamento das gramíneas, eliminando-as sob suas copas (DARONCO, 2013).

2) Os custos da restauração são elevados (ARONSON et al., 2011) e a obtenção de mudas é difícil (BRANDO; DURIGAN, 2001), de modo que devem ser prioritárias as espécies com baixa taxa de mortalidade, que dispensariam as operações de replantio.

3) Espécies que dispersam sementes a longas distâncias são preferíveis pelo potencial de colonizarem áreas mais amplas (VIEIRA et al., 2002). Assim, a preferência é decrescente entre zoocóricas, anemocóricas e barocóricas.

4) As perdas de mudas ou redução no crescimento das mudas por ataque de formigas cortadeiras encarecem a restauração e atrasam o recobrimento do terreno (DURIGAN et al., 2011). Dessa maneira, espécies menos sujeitas a herbivoria por formigas devem ser prioritárias.

5) As geadas são um filtro ecológico importante no limite austral de ocorrência do Cerrado (BRANDO; DURIGAN, 2004). Portanto, espécies tolerantes são mais apropriadas para garantir evolução estrutural da vegetação nas áreas restauradas mesmo que ocorram geadas.

Para cada atributo foram estabelecidas três categorias, sendo que a categoria correspondente ao melhor desempenho recebeu sempre a maior pontuação (tabela 1). O algoritmo que gerou o valor de cada espécie para a restauração (VR) corresponde à soma da pontuação para cada um dos seis atributos, convertida para a escala de 0 a 100 por regra de três. Não foram atribuídos pesos diferenciados aos atributos, considerando-se que, até o momento, não existem evidências científicas suficientes para relativizar a importância, para a restauração ecológica, dos atributos selecionados.

RESULTADOS

Entre as 106 espécies avaliadas (tabela 2), nenhuma atingiu a pontuação máxima, mas 22 ultrapassaram 80 pontos, o que significa que possuem pelo menos 80% dos atributos esperados da espécie considerada ideal para a restauração. Essas espécies apresentam um conjunto de atributos favoráveis para a restauração da vegetação de Cerrado como um todo. As 10 espécies mais promissoras entre as que representam o cerradão e o cerrado *sensu stricto* são apresentadas na tabela 3.

A sobrevivência média entre todas as espécies plantadas no arboreto foi de 70%. Para incremento médio anual em altura e em diâmetro de copa, as médias foram de 30 cm e 21 cm, respectivamente. As espécies que apresentaram maiores valores em incremento médio anual em altura foram *Annona crassiflora*, *Mabea fistulifera*, *Cecropia pachystachya* e *Plathymenia reticulata*, com incrementos superiores a 80 cm por ano. As espécies que mais se destacaram em incremento médio anual em diâmetro de copa foram *Mabea fistulifera*, *Plathymenia reticulata*, *Annona crassiflora* e *Senna velutina*, com incrementos superiores a 50 cm.

Apenas 8% das espécies apresentaram alta suscetibilidade à geada e 17% sofreram alta frequência de herbivoria. Espécies mais comuns no cerradão, em geral, foram mais sujeitas a herbivoria, com frequência de ataques superior a 5% em 40% das espécies, enquanto nas espécies de fisionomias abertas de cerrado apenas 29% ultrapassam 5% de herbivoria.

DISCUSSÃO

Em ecossistemas com filtros ecológicos muito severos para a restauração, a escolha das espécies mais aptas a superar esses filtros torna-se mais importante do que em ambientes com menos filtros atuantes. Em geral, as espécies lenhosas do Cerrado apresentam crescimento lento, o que torna altamente relevante o controle de gramíneas invasoras após o plantio, até

Tabela 1. Atributos relativos ao desempenho das espécies em condições de arboreto e pontuação correspondente a cada categoria.

Table 1. Attributes related to the species performance under arboretum conditions and the score for each category.

Atributo	Categorias	Pontuação
Incremento médio anual em altura	Inferior a 20 cm	1
	20 a 50 cm	2
	Superior a 50 cm	3
Incremento médio anual em diâmetro de copa	Inferior a 20 cm	1
	20 a 40 cm	2
	Superior a 40 cm	3
Taxa de Sobrevivência	Inferior a 40%	1
	40 a 60%	2
	Superior a 60%	3
Suscetibilidade à geada	Perda total da parte aérea ou morte	1
	Danos parciais	2
	Danos não observados	3
Frequência de herbivoria	Alta (> 10%)	1
	Média (5 – 10%)	2
	Baixa (<5%)	3
Síndrome de dispersão	Barocórica	1
	Anemocórica	2
	Zoocórica	3

Tabela 2. Classificação de espécies do Cerrado pelos seus atributos relacionados com o desempenho em plantio de restauração. F: fisionomia em que a espécie é mais frequente; C: cerrado *sensu stricto*; IMAH: incremento médio anual em altura; EP: erro padrão da média; IMADc: incremento médio anual em diâmetro de copa; S: sobrevivência; SG: suscetibilidade à geada; B: baixa, M: intermediária; A: alta; Hb: frequência de herbivoria; D: síndrome de dispersão; Zoo: Zoocoria; Ane: Anemocoria; Bar: Barocoria; VR: valor para a restauração (variando de 0 a 100).

Table 2. Classification of plant species by their attributes related to performance in Cerrado undergoing restoration. F: physiognomy in which the species is most common; C: cerrado *sensu stricto*; IMAH: mean annual increment in height, EP: standard error of the mean; IMADc: mean annual increment in crown diameter, S: survival; SG: susceptibility to frost; B: low, M: middle; A: High Hb: Frequency of herbivory, D: dispersion syndrome; Zoo: animal-dispersed; Ane: wind-dispersed; Bar: gravity-dispersed; VR: value for restoration (ranging from 0 to 100).

Espécie	F	IMAH	EP	IMADc	EP	S	SG	Hb	D	VR
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Css	1,2	0,03	0,6	0,04	83	B	5	Zoo	94
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	C	0,8	0,1	0,3	0,1	100	B	2	Zoo	94
<i>Enterolobium gummiiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Css	0,6	0,05	0,4	0,1	100	M	1	Zoo	94
<i>Plathymeria reticulata</i> Benth.	C	0,8	0,1	0,6	0,1	83	B	0	Ane	94
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand.	C	0,5	0,1	0,4	0,1	83	B	5	Zoo	94
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl) Frodin	Css	0,6	*	0,2	*	100	B	1	Zoo	94
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	Css	0,4	0,1	0,3	0,1	60	B	2	Zoo	89
<i>Alibertia edulis</i> L. Rich	C	0,4	0,03	0,2	0,02	80	B	2	Zoo	89
<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	C	0,5	0,05	0,3	0,02	83	B	4	Zoo	89
<i>Hancornia speciosa</i> Gom.	Css	0,5	0,03	0,4	0,04	100	B	3	Zoo	89
<i>Styrax camporum</i> Pohl.	Css	0,5	0,1	0,4	0,1	40	B	2	Zoo	89
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul	C	0,7	0,1	0,5	0,0	80	M	0	Bar	83
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	C	0,3	0,03	0,2	0,1	100	B	0	Zoo	83
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	C	0,6	0,1	0,4	0,1	100	B	0	Bar	83
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	C	0,5	0,1	0,4	0,04	100	B	3	Ane	83
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engler	C	0,3	0,04	0,2	0,04	60	B	9	Zoo	83
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	C	0,5	0,1	0,3	0,1	50	B	5	Zoo	83
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	C	0,3	0,02	0,2	0,1	60	B	2	Ane	83
<i>Senna velutina</i> (Vogel) H. S. Irwin & Barneby	Css	0,3	0,04	0,6	0,1	100	B	2	Bar	83
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	C	0,7	0,2	0,5	0,1	57	B	0	Bar	83
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	C	0,5	0,1	0,4	0,1	80	M	7	Ane	83
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Css	0,5	0,03	0,4	0,2	50	M	3	Ane	83
<i>Annona nutans</i> (R.E.Fr.) R.E.Fr.	Css	0,005	*	0,005	*	100	B	0	Zoo	78
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Css	0,1	0	0,1	0,01	60	B	2	Zoo	78
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth.	Css	0,1	0	0,1	0,01	60	B	4	Zoo	78
<i>Curatella americana</i> L.	Css	0,4	0,1	0,3	0,1	100	M	10	Zoo	78
<i>Cuspidaria sceptrum</i> (Cham.) L.G.Lohmann	Css	0,8	0,2	0,2	0,1	80	A	5	Ane	78
<i>Dipteryx alata</i> Willd.	C	0,4	0,1	0,3	0,04	80	B	20	Zoo	78
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	Css	0,1	*	0,03	*	75	B	2	Zoo	78
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd	C	0,3	0,01	0,3	0,04	63	M	3	Zoo	78
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil	C	0,4	0,02	0,3	0,1	100	M	1	Ane	78
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	C	1	0,2	0,9	0,1	38	B	2	Bar	78
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Css	0,3	0,02	0,1	0,04	80	B	2	Zoo	78
<i>Nectandra cuspidata</i> Ness	C	0,2	0,04	0,2	0,02	63	B	3	Zoo	78
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	Css	0,5	0,1	0,3	0,1	83	M	5	Ane	78
<i>Qualea cordata</i> (Mart.) Spreng.	C	0,4	0,04	0,4	0,03	100	M	1	Ane	78
<i>Senna macranthera</i> (Collad) H.S.Irwin&Barneby	C	0,6	0,1	0,4	0,1	40	B	5	Bar	78
<i>Xylopia aromatica</i> (lam.) Mart.	C	0,3	0,04	0,3	0,02	100	M	2	Zoo	78
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul.	Css	0,2	0,1	0,1	0,03	83	M	1	Zoo	72
<i>Byrsonima</i> sp.*	C	0,5	0,05	0,3	0,03	67	M	20	Zoo	72
<i>Clitoria densiflora</i> (Benth.) Benth.	Css	0,3	*	0,2	*	67	B	0	Bar	72
<i>Cupania tenuivalvis</i> Radlk.	C	0,2	0,04	0,1	0,02	57	B	5	Zoo	72
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	Css	0,2	0,03	0,2	0,01	83	M	5	Zoo	72
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum) A. Robyns	Css	0,1	0,01	0,1	0,01	80	B	1	Ane	72
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Css	0,3	0	0,1	0,1	14	B	3	Zoo	72
<i>Eugenia klotzschiana</i> O.Berg	Css	0,1	0,01	0,1	0,01	60	M	0	Zoo	72
<i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.	Css	0,2	0,01	0,1	0,02	63	B	7	Zoo	72
<i>Gomphrena macrocephala</i> A.St.-Hil.	Css	0,1	0,00	0,2	0,01	100	B	0	Ane	72
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	C	0,3	0,1	0,2	0,05	71	M	1	Zoo	72
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Css	0,3	0,03	0,1	0,02	71	M	1	Zoo	72
<i>Kielmeyera latrophyton</i> Saddi	Css	0,3	0,01	0,1	0,04	100	B	1	Ane	72
<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schltdl.	Css	0,3	0,03	0,3	0,02	100	M	3	Ane	72
<i>Leptolobium elegans</i> Vogel	C	0,4	0,02	0,2	0,02	83	M	5	Ane	72
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	C	0,6	0,2	0,2	0,03	40	M	6	Ane	72

Tabela 2 - Continuação. Classificação de espécies do Cerrado pelos seus atributos relacionados com o desempenho em plantio de restauração. F: fisionomia em que a espécie é mais frequente; Css: cerrado *sensu stricto*, C: cerradão; IMAH: incremento médio anual em altura; EP: erro padrão da média; IMADc: incremento médio anual em diâmetro de copa; S: sobrevivência; SG: suscetibilidade à geada; B: baixa, M: intermediária; A: alta; Hb: frequência de herbivoria; D: síndrome de dispersão; Zoo: Zoocoria; Ane: Anemocoria; Bar: Barocoria; VR: valor para a restauração (variando de 0 a 100).

Table 2 - Continuation. Classification of plant species by their attributes related to performance in Cerrado undergoing restoration. F: physiognomy in which the species is most common; Css: cerrado *sensu stricto*, C: cerradão; IMAH: mean annual increment in height, EP: standard error of the mean; IMADc: mean annual increment in crown diameter, S: survival; SG: susceptibility to frost; B: low, M: middle; A: High Hb: Frequency of herbivory, D: dispersion syndrome; Zoo: animal-dispersed; Ane: wind-dispersed; Bar: gravity-dispersed; VR: value for restoration (ranging from 0 to 100).

Espécie	F	IMAH	EP	IMADc	EP	S	SG	Hb	D	VR
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	C	0,3	0,1	0,2	0,1	29	B	4	Zoo	72
<i>Ouratea nervosa</i> (A.St.-Hil.) Engl.	Css	0,1	0,02	0,1	0,02	100	M	2	Zoo	72
<i>Platypodium elegans</i> Vogel.	C	0,2	0,02	0,1	0,03	100	B	1	Ane	72
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	C	0,2	0,04	0,2	0,03	56	B	5	Zoo	72
<i>Pseudobombax tonentozum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	Css	0,5	0,03	0,4	0,02	100	A	6	Ane	72
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	C	0,3	0,1	0,3	0,1	71	M	2	Ane	72
<i>Zeyheria montana</i> Mart.	Css	0,1	0,02	0,1	0,02	80	B	3	Ane	72
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	C	0,3	0,05	0,2	0,1	83	B	11	Ane	72
<i>Annona coriacea</i> Mart.	Css	0,1	0,02	0,1	0,01	100	A	2	Zoo	67
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F.Blake ex Pittier	C	0,2	0,00	0,1	0,01	50	B	3	Ane	67
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	C	0,04	0,01	0,03	0,01	75	M	2	Ane	67
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Css	0,3	0,05	0,2	0,02	83	M	12	Ane	67
<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	C	0,4	0,1	0,2	0,1	40	M	11	Zoo	67
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	Css	0,1	0,04	0,1	0,01	57	M	0	Zoo	67
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart	Css	0,1	0,1	0,03	0,1	67	M	1	Ane	67
<i>Jacaranda rufa</i> Silva Manso	Css	0,1	0,05	0,1	0,04	100	M	1	Ane	67
<i>Kielmeyera grandiflora</i> (Wawra) Saddi	Css	0,1	0,03	0,2	0,01	100	M	2	Ane	67
<i>Lippia lupulina</i> Cham.	Css	0,3	*	0,4	*	18	M	3	Ane	67
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi.	Css	0,2	0,04	0,1	0,02	63	B	7	Ane	67
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	C	0,3	0,01	0,1	0,01	63	M	5	Zoo	67
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Css	0,2	0,02	0,1	0,03	83	B	20	Zoo	67
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Css	0,3	*	0,2	*	20	B	3	Zoo	67
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	C	0,2	0,03	0,1	0,02	33	B	3	Zoo	67
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	Css	0,5	0,1	0,2	0,1	100	A	1	Bar	67
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Css	0,3	0,04	0,3	0,05	80	M	10	Ane	67
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	Css	0,3	0,1	0,2	0,04	80	A	4	Ane	67
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Css	0,2	0,1	0,1	0,04	83	M	0	Ane	67
<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	Css	0,1	0,01	0,1	0,01	100	M	5	Zoo	67
<i>Vitex polygama</i> Cham.	C	0,1	0,1	0,1	0,02	44	M	4	Zoo	67
<i>Anacardium humile</i> A.St.-Hil.	Css	0,3	0,04	0,2	0,01	33	A	1	Zoo	61
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Css	0,2	0,1	0,1	0,03	50	A	1	Zoo	61
<i>Anemopaegma glaucum</i> Mart. ex DC.	Css	0,1	*	0,1	*	20	B	2	Ane	61
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	Css	0,1	0,02	0,1	0,04	36	B	8	Zoo	61
<i>Cocoloba mollis</i> Casar.	C	0,2	0,05	0,1	0,01	100	M	70	Zoo	61
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Css	0,2	0,04	0,1	0,02	83	B	12	Ane	61
<i>Erythrina verna</i> Vell.	Css	0,3	0,02	0,2	0,1	33	P	2	Ane	61
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	C	0,2	*	0,1	*	50	B	5	Ane	61
<i>Ocotea vellozziana</i> (Meissn.) Mez.	C	0,2	0,1	0,1	0,1	22	B	5	Zoo	61
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	C	0,2	0,02	0,1	0,01	18	M	2	Zoo	61
<i>Psidium guineense</i> SW.	Css	0,2	0,02	0,2	0,01	100	M	13	Zoo	61
<i>Qualea dichotoma</i> (Mart.) Warm.	C	0,2	0,01	0,1	0,01	44	M	2	Ane	61
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	C	0,3	0,02	0,1	0,02	80	M	5	Ane	61
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	C	0,3	0,1	0,2	0,03	43	B	2	Bar	61
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Css	0,3	0,1	0,2	0,04	86	M	19	Ane	61
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Css	0,1	0,03	0,1	0,02	80	B	13	Bar	56
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	C	0,1	*	0,1	*	100	B	20	Bar	56
<i>Coussarea hydrangeaeifolia</i> (Benth.) Müll.Arg.	C	0,2	0,04	0,1	0,02	83	A	11	Zoo	56
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Css	0,3	0,05	0,1	0,02	75	M	26	Ane	56
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	C	0,1	0,03	0,1	0,02	33	B	9	Ane	56
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Css	0,1	0,02	0,1	0,01	40	A	7	Ane	50
<i>Fridericia platyphylla</i> (Cham.) L.G.Lohmann	Css	0,2	*	0,1	*	50	M	13	Ane	50
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel.	C	0,3	0,04	0,1	0,03	20	B	12	Ane	50

*Espécies representadas por apenas um indivíduo não apresentam erro padrão da média.

Tabela 3. As dez espécies, entre as que são mais frequentes no cerradão e no cerrado *sensu stricto*, com os maiores valores para restauração, em ordem decrescente.

Table 3. The ten cerradão and cerrado *sensu stricto* species with the greatest values for restoration, in descending order.

Cerradão	Cerrado <i>sensu stricto</i>
<i>Cecropia pachystachya</i>	<i>Annona crassiflora</i>
<i>Plathymenia reticulata</i>	<i>Enterolobium gummiferum</i>
<i>Protium heptaphyllum</i>	<i>Schefflera macrocarpa</i>
<i>Alibertia edulis</i>	<i>Aegiphila verticillata</i>
<i>Caryocar brasiliense</i>	<i>Hancornia speciosa</i>
<i>Anadenanthera peregrina</i>	<i>Styrax camporum</i>
<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Senna velutina</i>
<i>Dimorphandra mollis</i>	<i>Vochysia tucanorum</i>
<i>Gochnatia polymorpha</i>	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>
<i>Lithraea molleoides</i>	<i>Couepia grandiflora</i>

que as mudas alcancem maior porte. A sombra formada pelas gramíneas invasoras é apontada como importante obstáculo ao desenvolvimento das plantas nativas do Cerrado (HOFFMANN; HARIDASAN, 2008). Assim como na vegetação nativa (PIVELLO et al. 1999; HOFFMANN; HARIDASAN, 2008) a competição por gramíneas invasoras prejudica o desenvolvimento das espécies lenhosas também em áreas restauradas do Cerrado (MELO et al., 2004; DURIGAN; MELO, 2011). Considerando-se que a altura da massa de gramíneas invasoras comuns no Cerrado, especialmente a braquiária (*Urochloa decumbens*), gira em torno de 50 cm, pode-se estimar que espécies que crescem menos que 10 cm por ano em altura irão levar pelo menos cinco anos para ultrapassar essa barreira. O controle da mato-competição para garantir o estabelecimento das mudas dessas espécies, portanto, demandaria tempo muito longo, encarecendo sobremaneira os projetos de restauração. No presente estudo, 22% das espécies estão nesta categoria pelo ritmo de crescimento (menos que 10 cm por ano). Para a maioria das espécies o crescimento foi lento, inferior a 30 cm por ano. Poucas espécies apresentaram incremento médio anual em altura superior a 50 cm e entre estas predominam espécies de fisionomias florestais do Cerrado (cerradão) ou generalistas, que ocorrem também em florestas. Esta constatação dá respaldo ao modelo nativas do bioma (FELFILI et al. 2005) como uma prática viável quando a prioridade é a rápida cobertura de áreas degradadas, em detrimento da restauração da flora endêmica do Cerrado. Porém, muitas espécies que ocorrem em formações savânicas, apesar do crescimento

lento, apresentaram altas taxas de sobrevivência e baixas frequências de herbivoria, atributos favoráveis que devem ser levados em consideração para que espécies endêmicas do Cerrado sejam reintroduzidas.

As espécies que formam copa mais ampla devem sombrear o capim mais cedo e diminuir as pressões competitivas (DARONCO, 2013). No entanto, para regiões mais frias, situadas no limite sul de ocorrência do Cerrado, a suscetibilidade à geada pode reduzir as copas ou até levar à morte os indivíduos plantados em campo, fazendo com que o ecossistema em restauração regreda às condições iniciais do plantio, e o tempo de manutenção passe a ser prolongado indefinidamente. Em locais onde as geadas são muito frequentes e muito severas, portanto, devem ser evitadas espécies suscetíveis. A baixa proporção, observada neste estudo, de espécies que podem ser severamente danificadas pela geada, é um resultado promissor, mesmo para as espécies de cerrado *sensu stricto*, que em geral se mostram mais suscetíveis. Entre as 22 espécies que obtiveram maior pontuação, nenhuma sofreria restrições de uso pela suscetibilidade à geada. Brando; Durigan (2004) verificaram que espécies de Cerrado podem colonizar áreas suscetíveis à ocorrência deste fenômeno, pois, embora a geada prejudique o crescimento e os processos reprodutivos de algumas espécies, dificilmente será capaz de eliminar uma espécie da comunidade. Mas esses autores destacam que a suscetibilidade à geada pode impedir a evolução em cobertura de copas e até inviabilizar a reprodução de algumas espécies.

Assim como a geada, a herbivoria também pode levar à redução na cobertura de copas, resultando na necessidade de operações de manutenção dos plantios por períodos mais longos. Observamos que as espécies de fisionomias abertas apresentaram menores índices de herbivoria, se comparadas às espécies de cerradão, fato que pode ser explicado pelo baixo teor nutritivo das folhas e pela grande quantidade de fenóis e de tricomas foliares nas espécies endêmicas do Cerrado (MORAIS; DINIZ, 2004).

Nenhuma, entre as espécies avaliadas neste estudo, reúne todos os atributos desejáveis para o sucesso em plantios de restauração, pelos critérios aqui utilizados. Porém, foi possível identificar aquelas que possuem um conjunto maior de atributos funcionais favoráveis, e que, portanto, devem ser usadas prioritariamente em plantios de restauração

do Cerrado. Tanto para o cerrado *sensu stricto* quanto para o cerradão, entre as dez espécies de maior valor para a restauração há aquelas que crescem rapidamente, recuperando a estrutura da comunidade, e há espécies que oferecem alimento para a fauna, contribuindo para a sua conservação e para o restabelecimento de processos ecológicos relevantes. A fauna dispersora proporciona a entrada de novas espécies vegetais a partir de fontes de sementes da vizinhança e torna mais provável a dispersão das sementes das espécies plantadas a longas distâncias, contribuindo para a rápida colonização da área em restauração. Esses são, a nosso ver, processos chaves para desencadear a sucessão ecológica dos ecossistemas em restauração rumo à autossustentabilidade.

Consideramos que este protocolo, desenvolvido para avaliar as espécies pela sua importância para a restauração, pode ser aplicado em outras eco-regiões, adaptando-se os critérios às diferentes situações. Outros atributos podem vir a ser incorporados à avaliação, à medida que se obtenham informações sobre sua relevância para restabelecer a estrutura e os processos ecológicos do Cerrado em restauração. Esperamos que estudos sobre o funcionamento de ecossistemas em restauração possibilitem, no futuro, a ponderação entre os atributos com base em sua importância relativa.

CONCLUSÕES

Ainda que na literatura especializada seja recorrente a menção à impossibilidade de cultivar a maioria das espécies do Cerrado, este estudo reúne observações de desempenho em campo de 106 espécies cujo cultivo foi possível. Porém, com base nos atributos considerados relevantes para alavancar os ecossistemas em restauração, apenas uma parte dessas espécies é recomendada para plantio em larga escala. A maioria, pela baixa sobrevivência, crescimento lento, suscetibilidade à geada ou à herbivoria, apresenta restrições, uma vez que seu uso deve aumentar os custos e atrasar os benefícios da restauração.

Consideramos que a seleção de um número restrito de espécies cujo bom desempenho é previsível é mais importante do que buscar alta diversidade no ato do plantio, especialmente para o Cerrado, em que o crescimento lento das plantas, a sazonalidade pluviométrica e as gramíneas invasoras são fortes obstáculos a encarecer e dificultar as ações de restauração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARONSON, J.; BRANCALION, P. H. S.; DURIGAN, G.; RODRIGUES, R. R.; ENGEL, V. L.; TABARELLI, M.; TOREZAN, J. M. D.; GANDOLFI, S.; MELO, A. C. G.; KAGEYAMA, P. Y.; MARQUES, M. C. M.; NAVE, A. G.; MARTINS, S. V.; GANDARA, F. B.; REIS, A.; BARBOSA, L. M.; SCARANO, F. R. What role should government regulation play in ecological restoration? Ongoing debate in São Paulo State, Brazil. *Restoration Ecology*, Tucson, v. 19, n. 6, p. 690-695, 2011.

BECHARA, F. C. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras**: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. 2006. 249 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2006.

BLAKESLEY, D.; ELLIOT, S.; KUARAK, C.; NAVAKITIBUMRUNG, P.; ZANGKUM, S.; ANUSARNSUNTHORN, V. Propagating framework tree species to restore seasonally dry tropical forest: implications of seasonal seed dispersal and dormancy. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 164, p. 31-38, 2002.

BRANDO, P. M.; DURIGAN, G. Época de maturação dos frutos, beneficiamento e germinação de sementes de espécies lenhosas do Cerrado. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, Brasília, v. 8, n. 1-3, p. 78-90, 2001.

BRANDO, P. M.; DURIGAN, G. Changes in cerrado vegetation after disturbance by frost (São Paulo State, Brazil). *Plant Ecology*, Amsterdam, v. 175, n. 2, p. 205-215, 2004.

BUDOWSKY, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba*, Rio Piedras, v. 15, p. 40-42, 1965.

DARONCO, C. **Atributos funcionais de espécies arbóreas e a facilitação da regeneração natural em plantios de mata ciliar**. 2013. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2013.

DENSLOW, J. S. Gap Partitioning around tropical rainforest succession trees. *Biotropica*, Lawrence, v. 12, n. 2, p. 47-55, 1980

- DURIGAN, G. Bases e Diretrizes para a restauração da vegetação de Cerrado. In: KAGEYAMA, P. Y.; LIVEIRA, R. E.; MORAES L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAP, 2003. p. 187-201.
- DURIGAN, G. Restauração da Cobertura Vegetal em Região de Domínio do Cerrado. In: GALVÃO, A.P.M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Org.). **Restauração Florestal: Fundamentos e Estudos de Caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 103-118.
- DURIGAN, G.; CONTIERI, W. A.; FRANCO, G. A. D. C.; GARRIDO, M. A. O. Indução do processo de regeneração da vegetação de cerrado em área de pastagem, Assis, SP. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 12, n. 3, p. 421-429, 1998.
- DURIGAN, G.; MELO, A. C. G.; MAX, J. C. M.; VILAS BÔAS, O.; CONTIERI, W. A. **Manual para recuperação da vegetação de cerrado**. 3. ed. São Paulo: SMA, 2011, 19 p.
- DURIGAN, G.; ENGEL, V. L. Restauração de ecossistemas no Brasil: onde estamos e para onde podemos ir? In: MARTINS, S. V. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Editora UFV, 2012. p. 41-68.
- DURIGAN, G.; MELO, A. C. G.. Panorama das políticas públicas e pesquisas em restauração ecológica no estado de São Paulo, Brazil. In: FIGUEROA, E. (Org.). **Conservación de la biodiversidad en las américas: lecciones y recomendaciones de política**. Santiago: Universidad de Chile, 2011. p. 355-387.
- ELLIOTT, S.; NAVAKITIBUMRUNG, P.; KUARAK, C.; ZANGKUM, S; ANUSARNSUNTHORN, V.; BLAKESLEY, D. Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forests in northern Thailand based on field performance. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 184, p. 177-191, 2003.
- FELFILI J. M.; FAGG, C. W.; PINTO, J. R. R.; Modelo nativas do bioma: stepping stones na formação de corredores ecológicos pela recuperação de áreas degradadas no Cerrado. In: ARRUDA, M.B. (Org.). **Gestão integrada de ecossistemas aplicada a corredores ecológicos**. Brasília: IBAMA, 2005. p. 187-209.
- GOOSEM, S. P.; TUCKER, N. I. J. **Repairing The Rainforest: Theory and Practice of Rainforest Re-establishment in North Queensland's Wet Topics**. Cairns: Wet Tropics Management Authority, 1995. 71 p.
- HOFFMAN, W. A.; HARIDASAN, M. The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a Neotropical Savanna. **Austral Ecology**, Carlton South, v. 33, n. 1, p. 29-36, 2008.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo/FAPESP, 2000. p. 249-270.
- KLINK, C.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Barking, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.
- MAX, J. C. M.; MELO, A. C. G.; HONDA, E. A.; DURIGAN, G.; MALÍCIA, L. C.; SOUZA, M. B. M.; CARDOSO, M. M. Plano de Manejo da Floresta Estadual de Assis –SP. **IF Série Registros**, São Paulo, v. 30, p. 1-80, 2007.
- MELO, A. C. G.; BOAS, O. V.; NAKATA, H. Teste de espécies arbóreas para plantio em área de Cerrado. In: VILAS BOAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em Conservação e Recuperação Ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004. p. 305 -314.
- MELO, A. C. G.; DURIGAN, G.; KAWABATA, M. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em área de Cerrado, Assis – SP. In: VILAS BOAS, O. V.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em Conservação e Recuperação Ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004. p. 314 -324.
- MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M, WALTER, B. M. T.; SILVA-JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P.E.; FAGG, C. W. Flora Vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. In: SANO, S. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 121-1279.

- MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R. Herbívoros e herbivoria no Cerrado: lagartas como exemplo. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. (Orgs.). **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.159-175.
- OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia e biologia Reprodutiva das Espécies do Cerrado. In: SANO, S.M. (Ed.) **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA, 2008. p. 275-286.
- PAKKAD, G.; TORRE, F.; ELLIOTT, S.; BLAKESLEY, D. Selecting seed trees for a forest restoration program: A case study using *Spondias axillaries* Roxb. (Anacardiaceae). **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, n. 1-3, p. 363-70, 2003.
- PINHEIRO, E. S.; DURIGAN, G. Diferenças florísticas e estruturais entre fitofisionomias do Cerrado em Assis, SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, p. 181-193, 2012.
- PINTO, J. R. R.; CORREIA, C. R.; FAGG, C. W.; FELFINI, J. M. Sobrevivência e crescimento de espécies vegetais nativas do Cerrado implantadas segundo modelo MDR – Cerrado para recuperação de áreas degradadas. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: SEB, 2007.
- SILVA, L. C. R.; CÔRREA, R. S. Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a 4 tratamentos em área minerada no Cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 731-740, 2008.
- RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Kidlington, v. 142, p. 1242-1255, 2009.
- SAMPAIO, J.C. Síntese de experiências em recuperação de áreas degradadas com espécies arbóreas nativas do bioma Cerrado. In: Felfili, J.M. (Org.). **Bases para a Recuperação de Áreas Degradadas na Bacia do São Francisco**. Brasília: Universidade de Brasília, 2008. p. 27-39.
- VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. New York: Springer-Verlag, 1982. 343 p.
- VIEIRA, D. L. M.; ALQUINO, F. G.; BRITO, M. A.; FERNANDES BULHÃO, C.; HENRIQUES, R. P. B. Síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas em cerrado sensu stricto do Brasil Central e savanas amazônicas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 215-220, 2002.
- WHITMORE, T. C. Gap size and species richness in tropical rain forests. **Biotropica**, Lawrence, v. 16, n.3, p.239, 1984.
- WYDHAYAGARN, C.; ELLIOTT, S.; WANGPAKAPATTANAWONG, P. Bird communities and seedling recruitment in restoring seasonally dry forest using the framework species method in Northern Thailand. **New Forests**, Amsterdam, v. 38, p. 81-97, 2009.

Recebido em 20/04/2013

Aceito para publicação em 15/07/2013

